

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 29 33 822 C2**

⑯ Int. Cl. 4:  
**G 01 N 27/74**  
G 01 N 15/00  
G 01 N 33/28

⑯ Aktenzeichen: P 29 33 822.5-52  
⑯ Anmeldetag: 21. 8. 79  
⑯ Offenlegungstag: 24. 4. 80  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 10. 86

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
13.10.78 US 950972

⑯ Patentinhaber:  
Technical Development Co., Glenolden, Pa., US

⑯ Vertreter:  
Flügel, O., Dipl.-Ing.; Säger, M., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑯ Erfinder:  
Tauber, Thomas E., Upper Darby, Pa., US; Magee,  
James H., Palmyra, N.J., US

⑯ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

US	37 53 442
US	34 21 627
US	33 17 042
US	21 66 371

⑯ Vorrichtung und Verfahren zur Überwachung der Menge von Eisenteilchen in Öl- und  
Druckflüssigkeitssystemen

DE 29 33 822 C2

7

DE 29 33 822 C2

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Numm. r: 29 33 822  
Int. Cl.4: G 01 N 27/74  
Veröffentlichungstag: 16. Oktober 1986

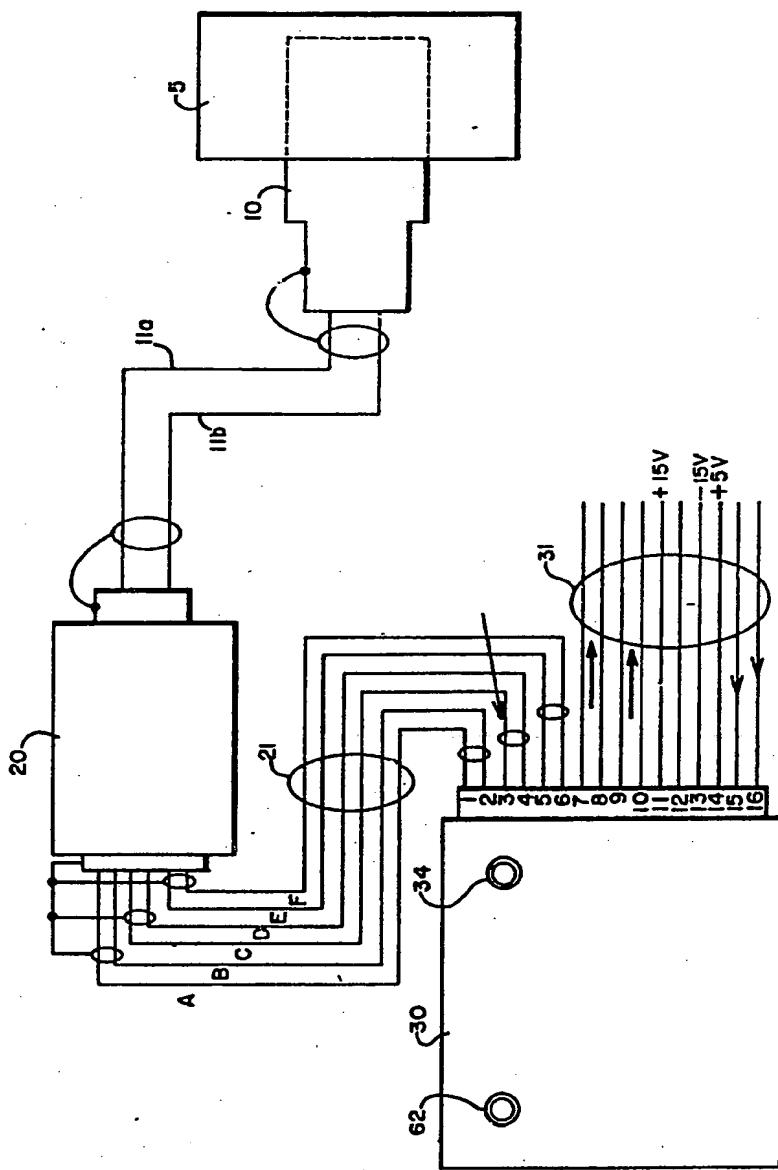


FIG. 1

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Überwachung der Menge von Eisenteilchen in Öl- und Druckflüssigkeitssystemen, 5 gekennzeichnet durch

- einen ein Magnetfeld aufweisenden Magnetführer (10) zum Anziehen und Fangen von Eisenteilchen und durch eine Signaleinrichtung zur 10 Fanganzeige solcher Teilchen,
- einen mit dem Führer (10) verbundenen Vorverstärker (20) zur Impulsverstärkung,
- einen mit dem Vorverstärker (20) verbundenen Signalformer (30) zur Auswertung der verstärkten Impulse und zur Erzeugung von Ausgangssignalen, die eine Funktion der Masse der Teilchen sind und durch
- eine mit dem Signalformer (30) verbundene Anzeigevorrichtung audiovisuellen Abgabe der 20 anteiligen Signale.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalformer (30) eine Selbstüberwachungs-Einrichtung zur periodischen Analyse der 25 Funktionstüchtigkeit des Systems und eine Verstellvorrichtung zur Modifizierung der Ausgaben auf die Anzeigevorrichtung umfaßt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulserzeuger eine zur 30 Unterbringung in dem und zur Kopplung an das Magnetfeld des Führers (10) angepaßte Spule (14) und eine nicht magnetische, als Empfangs-, Sammel- und Rückhalteorgan für die eingefangenen Teilchen wirkende obere Platte bzw. Abdeckung (16) umfaßt. 35

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen das Magnetfeld erzeugenden Dauermagneten (12) des Führers.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld des 40 Führers durch einen, einen Weicheisenkern (13) aufweisenden Elektromagneten (12) erzeugt wird.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalformer (30) eine Vorrichtung zum Ausfiltern der durch normale 45 Verschleißteilchen in dem Flüssigkeitssystem erzeugten Signale, eine Detektor- und Überwachungsvorrichtung (58) zur Abgabe von Alarmsignalen beim Eingang von großen Teilchen, ein Sammelregister (52) zur Speicherung und Abgabe eines zur 50 Gesamtmasse der Teilchen proportionalen Ausgangssignals, die zum Passieren der Filtereinrichtung ausreichende Signale erzeugt haben, und eine für Analog- und Digitalanzeige geeignete Ausgabevorrichtung aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtervorrichtung 55 des Signalformers (30) des weiteren einen Spitzenspannungsdetektor (33) und einen Komparator (32) aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Monitor (58) an ein manuell rückstellbares Stützrelais (60) angeschlossen ist, dessen Ausgang bei betätigtem und gehaltenem Relais ein Alarmsignal abgibt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Sammelregister (52) des Signalformers (30) des weiteren zum Skalier-

ren bzw. Unterteilen der Ausgangssignale zur Direktanzeige der gesammelten Teilchenmasse ausgelegt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigevorrichtung ein Spannungsmeßgerät aufweist, in dem die skalierten Signale als Masse der Teilchenansammlung dargestellt werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Selbstüberwachungs-Einrichtung eine Vorrichtung zum Deaktivieren des Führers (10) und zur Speicherung des Massensignals umfaßt und zur Eingabe eines Testsignals mit bekannter Amplitude und Dauer zur Verarbeitung des Testsignals durch den Verstärker (20) und den Signalformer (30) zur Anzeige für den Bedienungsmann und zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Systemverstärkung durch die Verstellvorrichtung ausgelegt ist.

12. Verfahren zur Anzeige und Analyse von Eisenteilchen in einem Schmiersystem mit zirkulierendem Öl, gekennzeichnet durch das Einfangen der Teilchen mittels eines Magneten (12), durch Erzeugen von Impulsen in einer um den Magneten (12) befindlichen gekoppelten Spule (14), in dem die Teilchen zu einer Fangplatte (16) oben auf dem Magneten gezogen werden, durch Verstärken der Impulse, durch Messen ihrer Amplitude, durch Ausfiltern von Impulsen zum Durchlaß von nur solchen Signalen von Teilchen, die auf abnormalen Verschleiß hinweisen, durch Auslösen eines Alarms wenn die Masse eines jeden gegebenen Teilchens festgesetzte Grenzen überschreitet, durch Umwandlung der Analogamplituden der ausgefilterten Impulse in entsprechende Digitalwerte, durch Summierung der Digitalwerte zur Bereitstellung eines der Gesamtmasse der eingefangenen, abnormalen, Verschleiß anzeigen den Teilchen entsprechenden Digitalsignals und durch Anzeigen des Massenwertes solcher abnormalen Teilchen an den Bedienungsmann zum Zwecke von eventuell erforderlichen Korrekturen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Messen der zwischen dem Erscheinen der Ausgangssignale liegenden Zeit, so daß die Teilchen-Sammelrate bestimmt werden kann und durch eine Meldevorrichtung zur Warnung des Bedienungsmannes, wenn die Rate den festgelegten Wert überschreitet.

14. Verfahren nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch Zeitsteuerung der Ankunft der ausgefilterten Impulse, so daß die Fangimpulsrate errechnet werden kann und durch akustische Alarmgabe bei Überschreitung eines festgesetzten Wertes.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung laut Oberbegriff des Anspruches 1.

Es gibt zahlreiche Situationen, in denen ein flüssiges Medium durch aus kleinen Teilchen, beispielsweise Eisenteilchen, bestehende Substanzen verunreinigt wird. Häufig soll das Vorhandensein solcher Substanzen bestimmt werden. Im Allgemeinen werden Daten erfaßt, die auf das Vorhandensein von Teilchen hinweisen. Diese Daten werden auch als Anzeige des Zustandes der Flüssigkeit verwendet, was wiederum als Hinweis auf ein mögliches Wartungsproblem bei der durch die Flüssigkeit versorgte Einrichtung dienen kann. Natürlich können diese Daten auch zur Überwachung des Flüssig-

keitszustandes selbst verwendet werden. Bei sehr kritischen Anwendungsbereichen, wie z. B. bei der Schmierung des Motors oder Übertragungssystems von Hubschraubern und Flugzeugen, bei denen die Wartungsmöglichkeiten sehr gering sein können, ist es weiterhin wünschenswert, kleinere, durch normalen Verschleiß auftretende Teilchen von größeren Teilchen unterscheiden zu können, die einen abnormalen Zustand, wie z. B. Rißbildung oder Ermüdungsbruch andeuten. Letztlich sollte es dem Überwacher oder Piloten aber auch möglich sein, zwischen einem gelegentlichen Auftauchen einzelner Teilchen und einem ständigen Zuwachs solcher zu unterscheiden, also den Grad der Teilchenansammlung zu messen.

Es ist eine große Anzahl von Einrichtungen zum Einfangen loser Teilchen in Motorkühl- bzw. Schmiersystemen entwickelt worden. Es sind viele, für Eisenteilchen konzipierte Einrichtungen bekannt (US-PS 34 21 627 und 37 53 442). Hierbei erfolgt dies durch Anziehen der Teilchen an die Pole eines Magneten. In fortgeschrittenen Ausführungen dieser Einrichtungen (US-PS 33 17 042), ist der Magnet mit einer Signalanlage kombiniert, die Aufschluß über das Vorhandensein von entweder einem relativ großen Teilchen oder einer Ansammlung kleinerer Teilchen gibt.

Damit wird der Pilot vor einem möglicherweise drohenden Schaden gewarnt, so daß rechtzeitig Reparaturen zur Überwachung und ggf. Behebung durchgeführt werden können. Jedoch geben diese Einrichtungen keinen Aufschluß darüber, ob die Signalquelle eine unschädliche Ansammlung von normalen Verschleißteilchen oder ein größeres Splitterteilchen ist, das zufällig bei oder durch vorhergegangene Wartungen eingeführt oder gebildet wurde, oder ob es sich um eine Ansammlung von Partikeln von mehr als 100 Mikron handelt, die wertvolle Hinweise auf eine Rißbildung oder Rißvergrößerung geben. Des weiteren informieren solche bekannte Einrichtungen auch nicht über den Grad der Ansammlung, so daß es für den Benutzer bzw. Überwacher nicht wirklich möglich ist, entweder die Bedeutung des Warnsignals zu ermessen oder mit annähernder Genauigkeit und Zuverlässigkeit die restliche Nutzungsdauer der Anlage zu schätzen.

Die vorliegende Erfindung nutzt die magnetische Anziehung zum Einfangen von in der Anlage befindlichen und kreisenden Teilchen. Jedoch im Gegensatz zu bekannten Einrichtungen, wird jedes auf diese Weise eingefangene Teilchen zur Auslösung der Erzeugung eines Fangsignal-Impulses benutzt, wobei dessen Amplituden- und Abklingcharakteristiken im wesentlichen zur Masse der einzelnen, eingefangenen Teilchen proportional sind.

Diese Signalparameter können nach Diskriminierung durch eine geeignete logische Schaltung sowohl in Analog- als auch in Digitalwerte umgewandelt — und wenn sie für signifikant befunden — gesammelt sowie gespeichert und einem Beobachter dargestellt werden, um so nicht nur Aufschluß über den Fang von Teilchen zu geben, sondern sowohl die Bedeutung eines jeden Teilchens als auch die Messung der Gesamtmenge des angesammelten Abfalls anzuzeigen. Überwacht man die zur Ansammlung einer vorher bestimmten Masse von signifikanten Teilchen benötigte Zeit, so läßt sich die Geschwindigkeit zum Ansammeln messen, wodurch eine Schätzung der restlichen System-Nutzungsdauer und die Erstellung eines Wartungsplanes möglich ist, bevor ein völliger Ausfall der Anlage erfolgen könnte.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ver-

fahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mittels der die Rate der Teilchenansammlung zum Zwecke einer sicheren Abschätzung eines Schades im System bzw. in der Anlage gemessen werden können.

5 Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung, gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs erfundungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Vorrichtungs- sowie Verfahrenshauptanspruchs gelöst.

10 Zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen im Zusammenhang mit den in der Zeichnung dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispielen, deren nachfolgende Beschreibung die Erfindung näher erläutert. Es

15 Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfundungsgemäßen Überwachungsanlage für Abfallteilchen mit einem Meßfühler.

Fig. 2a und 2b Querschnitte von zwei Arten von Fühlerköpfen gemäß Fig. 1.

Fig. 3 eine Abbildung einer durch den Sensor bei Fang eines Eisenteilchens erzeugten Wellenform,

Fig. 4 ein Blockschaltbild des Signal-Vorverstärkers gemäß Fig. 1 und

25 Fig. 5 ein Blockschaltbild eines Signalformers gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild der gesamten Anlage, mit einem Olumlaufsystem 5, das einen durch ein Fühlerkabel 11 an einen Vorverstärker 20 angeschlossenen Magnetfühler 10 beinhaltet. Der Vorverstärker 20 ist durch ein zweites Kabel 21 wiederum an einen Signalformer 30 angeschlossen, der ungewollte Signale (z. B. solche, die durch Vibration und normale Verschleißteilchen erzeugt werden) ausfiltert, große Teilchen nachweist, die Gesamtmasse speichert und verschiedene Ausgangssignale, die von Interesse sind, erzeugt. Die Ausgangssignale werden über ein drittes Kabel 31 zu einem oder mehreren Ausgängen oder Anzeigen (nicht abgebildet) im Hubschrauber- oder Flugzeugcockpit geleitet. Diese Anzeigen können in Form von akustischen Alarmgebern sowie optischen Alarmgebern und entweder analog oder vorzugsweise digital anzeigenenden Spannungsmessergeräten gegeben sein. Solche Meldeeinrichtungen sind gut bekannt und zu einem vernünftigen Preis erhältlich.

In der Praxis können in einem Hubschrauber zur Überwachung der Teilchenansammlung in derart verschiedenen Bereichen wie dem Rotationsgetriebe- und dem Motorölsumpf mehr als ein Fühlersystem Verwendung finden. Bei der jetzigen Anordnung würde jedes System zur Angabe seiner Daten einen unabhängigen Fühler, Vorverstärker und Signalformer erforderlich machen. Jedoch müssen die verschiedenen Systeme nicht gänzlich voneinander getrennt sein. Vielmehr können sie von einer entsprechend entkoppelten gemeinsamen Stromversorgungsquelle gespeist und ihre Ausgangssignale für eine gemeinsame Anzeigevorrichtung mehrfach genutzt, d. h. gemultiplext werden. Solche Techniken sind bekannt.

60 Nicht zuletzt sieht das System auch einen periodischen Testbefehl oder ein Testsignal zum Testen der Funktionstüchtigkeit des Systems vor, das — wie gezeigt — von einem Computer erzeugt wird. Der Computer als solcher ist nicht Teil der beschriebenen Erfindung, sondern gilt vielmehr als Hinweis auf einen Bord-Computer, den man in vielen Flugzeugen, auch in Militärflugzeugen vorfindet. Wo solch ein Computer nicht vorhanden ist, läßt sich ein solches Signal leicht durch

65

ein getaktetes Flipflop oder eine ähnliche Zeitsteuerung innerhalb der Grundstruktur des Systems erzeugen. Der Computer kann ebenso zur Überwachung der Daten der Ansammlungsrate benutzt werden, indem man die Teilchenmasse (wie auch hier) pro Zeiteinheit bestimmt und bei Überschreitung der vorprogrammierten Werte Alarm gegeben wird.

In den nachfolgenden Abschnitten wird eine bevorzugte Ausführungsform und das Benutzungsverfahren einer erfundungsgemäßen Überwachungsanlage für Eisenteilchen mit einem Meßföhler detailliert beschrieben.

#### Sensor

Fig. 2a zeigt eine Ansicht eines Meßföhlers 10 für dieses System bzw. diese Anlage. Wie gezeigt, besteht dieser im wesentlichen aus einem in den Spulenkörper 13 einer als Aufnahmespule wirkenden, aus gewendeltem Draht bestehenden Spule 14 konzentrisch eingesetzten Dauermagneten 12. Diese Kombination ist in eine oben offene, zylindrische, magnetische Stahlummantelung 15 eingepaßt. Das obere Ende ist mit einer dünnen, nicht magnetischen Stahlplatte 16 abgedeckt, deren äußere Oberfläche die Sammelfläche 17 für die Teilchenablagerung bildet. Die Drahtwindungen auf der Spule sind um den, in unmittelbarer Nähe der Platte 16 befindlichen, oberen Magnetpol konzentriert. Die durch den Magneten 12 erzeugten Flußlinien zur Erzeugung einer magnetischen Anziehungszone treten wieder aus der oberen Platte 16 aus.

Wenn ein Eisenteilchen in die Magnetzone gelangt und auf der Fläche 17 eingefangen wird, stört es die magnetischen Flußlinien, so daß in der Sondenspule 14 eine Spannung induziert wird, die durch die Leitungen 11a und 11b in das zum Vorverstärker 20 führende Kabel 11 übertragen wird. Nachdem das eingefangene Teilchen auf der Fläche 17 zur Ruhe gelangt und die dynamische Störung des Magnetfeldes vorbei ist, fällt die übertragene Spannung rasch auf Null ab. Der Meßföhler wirkt daher im Hinblick auf die Ankunft und das Einfangen von Eisenteilchen als Zufallsgenerator für Impulse.

Der Dauermagnet 12 und die Spule 14 sind für den Betrieb des Meßföhlers nicht ausschlaggebend. Das Magnetfeld kann auch auf andere Weise erzeugt werden. Fig. 2b zeigt daher eine alternative Ausführungsform. In der in Fig. 2b gezeigten Ausführungsform wird der Magnet 12 durch einen aus einem Weicheisenkern 13 bestehenden Elektromagneten ersetzt, dem wiederum durch eine, durch Leitungen 11c und 11d in einem Kabel 11 an eine separate Spannungsquelle (nicht abgebildet) angeschlossene Spule 15 Energie, z. B. Netzspannung, zugeführt wird. Dies bietet bei manchen Ausführungen den Vorteil der Selbstreinigung, indem die Absfallteilchen dazu neigen, von der Sammelfläche 17 zu fallen, wenn das System bzw. die Anlage nicht mehr unter Spannung steht. Die frei gewordenen Teilchen können dann durch einen zweiten Dauermagneten (nicht abgebildet) aufgefangen werden, der dann zur Prüfung entfernt werden kann, ohne daß der Hubschraubermotor oder die Überwachungsanlage selbst abgeschaltet werden müssen.

Fig. 3 zeigt sowohl einen Idealimpuls, der unter solchen Umständen erzeugt werden sollte, als auch die Charakteristiken des tatsächlich vom Meßföhler erzeugten Impulses, wenn dieser Störungen durch Eisenteilchen von interessanter Größe unterliegt. Im allge-

meinen reicht die Größe dieser Teilchen von 150 bis 750 Mikron. Die absolute Größe der Impulsamplitude wird auch durch solche Teilchenparameter wie Geschwindigkeit, magnetische Permeabilität und Bewegungsweg als auch Stärke des durch den Magneten 12 erzeugten Magnetfeldes beeinträchtigt.

#### Vorverstärker

Die wesentlichen Bestandteile des Vorverstärkers 20 sind in Fig. 4 gezeigt. Er besteht aus einem Eingangskabel 11 des Meßföhlers, einem Ausgangskabel 21 zu dem Signalformer 30 und aus zwei Verstärkungsstufen 22a und 22b. Zum Zweck der Minimierung von durch das Meßföhler-Ausgangskabel 21 [das bis zu 6,096 m (20 ft) lang sein kann] aufgenommenem Gleichtaktrauschen hat die erste Stufe 22a in bevorzugter Ausführungsform einen symmetrischen, nicht invertierenden Differenzeingang. Die Rückkopplungswiderstände der Eingangsstufe werden nicht nur zur Begrenzung der Bandbreite auf ca. 2 kHz gewählt (zum Anpassen der Anstiegszeiten der Impulse bei der Teilchenablagerung), sondern auch um hochfrequente Störungsimpulse zu unterdrücken, die von elektronischen Geräten in der Nähe der Anlage herrühren könnten. Die Ausgangsimpedanz des Meßföhlers 10 liegt im allgemeinen nur bei etwa 100 Ohm, deshalb sollte die Eingangsimpedanz zur Reduzierung der Rauschempfindlichkeit ebenfalls klein sein.

Die zweite Stufe 22b ist ein an Wechselstrom gekoppelter Gleichtakt-Invertier-Verstärker. Da ein relativ hoher Verstärkungsfaktor vorliegt, sollte die Netzspannung von  $\pm 15$  Volt in den Leitungen 21c und 21d des Kabels 21 nach Passieren des Netzfilters 23 durch ein zwischen den zwei Stufen liegendes Netzwerk 24 entkoppelt werden, um eine Rauschauaufnahme durch Streukopplungen von diesen Leitungen auf ein Minimum zu begrenzen. Die Ausgangsimpedanz der Stufe 22b beträgt 75 Ohm und ist niedrig genug, so daß ein bis zu 30,48 m (100 ft) langes, abgeschirmtes, symmetrisches Kabel (Leitungen 21a und 21b des Kabels 21) zum Eingang des Signalformers 30 verwendet werden kann. Um den für diese Länge notwendigen Verstärkungsfaktor aufzubringen, sollte ein Rückkopplungswiderstand von 820 Kiloohm gewählt werden. Das Testsignal auf der Leitung 21f im Kabel 21 wird vom Bordcomputer (nicht abgebildet) abgeleitet.

#### Signalformer

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild des Signalformers 30, dessen Funktion nachfolgend beschrieben wird. Die aus dem Vorverstärker 20 durch den Eingang 21b kommenden, verstärkten Impulse werden geteilt und sowohl zu einem Komparator 32 als auch zu einem Spitzenspannungsdetektor 33 gespeist. Der Schwellwert des Komparators wird normalerweise durch das Potentiometer 34 festgelegt, um die Schaltung nur dann auszulösen, wenn die Masse der eben eingefangenen Teilchen über der des kleinsten Teilchens mit einem Wert von über 100 Mikron liegt, das noch angezeigt und aufgezeichnet werden soll. Auf diese Weise können Signale, die von normalen Verschleißteilchen herühren, wirksam abgeschirmt und ignoriert werden.

Wenn die Komparorschaltung auslöst, gibt sie die Probeentnahme-Steuerlogik 35 und die Rückstellung 36 des Spitzendetektors frei. Dies wiederum läßt den Analogunterteiler 38, der einen Ladekondensator enthält,

die Größe des Spitzenwertes des eben erhaltenen Impulses aufladen und speichern. Ein sehr hoher Widerstands-Spannungsteiler quer über diesem Kondensator läßt eine 0 bis 2 Volt Gleichspannungsentladung zu, die an den Analog-Digitalwandler 42 angelegt wird. Der Analog-Digitalwandler 42 mißt die Spannung und wandelt sie intern in eine BCD-kodierte Digitalausgabe um. Der Wandler präsentiert dann seriell diese Daten auf vier Ausgangsleitungen 43 (1248 BCD-kodiert) in einer Reihe von der größten Ziffer (»MSD« = most significant digit) bis zur kleinsten Ziffer (»LSD« = least significant digit) dem Meßregister 44, in das sie parallel geladen werden. Die Ablauffolge der tatsächlichen Eingabe in das Register wird durch das Gatter 46 gesteuert, das nach beendeter Analog-Digitalumwandlung durch die Probeentnahme-Steuerlogik 35 freigegeben wird. Dieses Register kann auf seinen vier Ausgangsleitungen in der Reihenfolge von 0 bis 15 dual nach oben zählen. Nach Eingang der kleinsten Zahl schließt die Steuerlogik das Gatter und speist gleichzeitig Impulse vom Taktgeber 48 sowohl in die Rückwärtzählsteuerung des Meßregisters 44 als auch — mittels Teilen durch 5 über den Digitalunterteiler 50 — in das Sammelregister 52. Dieses zählt vorwärts, während das Meßregister rückwärts zählt und bildet ein zu dem BCD-Digitalwert äquivalentes duales Äquivalent. Das Abwärtzählzen ist beendet, wenn das Meßregister 0 erreicht. An diesem Punkt erscheint von der größten Zahl ein unteres Übertragungssignal, das das Taktgeber-Gatter schließt. Wenn dies geschieht, wird der Sammelregister-Eingang ebenfalls geschlossen, wodurch der Dualwert für die empfangene Impulsamplitude gespeichert wird. Als Ergebnis des Abwärtzählzens wird das Meßregister gelöscht und ist nun zur Aufnahme und Verarbeitung der nächsten, aus dem Analog-Digitalumwandler kommenden Daten bereit. Das Sammelregister wird jedoch nicht gelöscht und enthält somit den Gesamtwert aller empfangenen und angenommenen Datenabschnitte. Diese Dualzahl kann durch eine 12 Bit Ausgangsleitung 54 direkt in eine Digitalausgabe-Einrichtung gespeist werden, läßt sich jedoch viel einfacher bzw. leichter in dem Digital-Analogumwandler 56 verarbeiten. Dieser erzeugt eine zur Digitaleingabe aus dem Sammelregister proportionale Ausgangsgleichspannung von 0 bis 5 Volt Endausschlag, die dann durch die Leitungen 7 und 8 des Kabels 31 in die im Cockpit befindliche Anzeigeeinrichtung (nicht abgebildet) eingespeist wird. Der obengenannte Vorgang wird für die nachfolgenden Abfallteilchen wiederholt, da das Sammelregister zur Summierung der angesammelten Teilchen immer aufwärts gezählt wird, und die Analogausgabe immer der zunehmenden Digitaleingabe folgt. Die Ausgabe im Cockpit kann entweder von einem konventionellen Analog-Einbauinstrument oder von einem standardmäßigen 5- oder 6stöckigen Digitalspannungsmesser abgelesen werden.

In Verbindung mit dem Analog-Digitalumwandler 42 ist auch ein Detektor 58 für große Späne bzw. Teilchen vorgesehen, der dann betätigt wird, wenn der Meßwert für jeden Span bzw. für jedes Teilchen einen vorher festgesetzten Wert von 350 Mikron übersteigt. Dies bewirkt das Schließen eines Sperrkontakrelais 60, das wiederum durch die Leitungen 9 und 10 des Kabels 31 ein Signal für ein großes Teilchen zum Cockpit gibt. Ist dieses Relais einmal betätigt worden, so ist ein Rückstellen in die Freigabestellung nur durch Drücken eines Hand-Rückstellknopfes 62, durch Ab- und Wiederanschalten der Netzspannung für die Anlage oder durch

ein externes, vom Computer erzeugtes Wiedereinschaltsignal möglich. Die Ausgabe aus dem Detektor für große Späne bzw. Teilchen wird normalerweise zur Auslösung eines akustischen oder optischen Alarms im Cockpit (nicht abgebildet) verwendet, um den Piloten auf die Situation aufmerksam zu machen. Ein fortlaufender Eingang solcher Signale wäre ein sicherer Hinweis auf das Vorhandensein von Teilchen, die im Unterschied zu einem zufälligen Span verhältnismäßig geringer Bedeutung ein beschleunigtes Wachsen des Bruchs anzeigen. Eine derartige Erscheinung wäre dann eine deutliche Warnung, daß die Rate bzw. Geschwindigkeit der Ansammlung zunimmt und unverzügliche Wartung zur Verhinderung eines bevorstehenden, katastrophalen Ausfalls erforderlich ist.

#### System-Test

Mit Hinblick auf das vom Bord-Computer oder einer ähnlichen Einrichtung abgegebene Testbefehl-Signal findet folgender Ablauf statt:

1. Wenn die Vorderflanke des Testbefehl-Signals abgetastet wird, wird in der Ablauf- und Steuerlogik 66 für die Testmessung ein Freigabeimpuls erzeugt, durch den das Sammelregister seine gespeicherten Daten parallel in den 12 Bit Datenzwischenspeicher 64 zur Speicherung überträgt, während der Speicherkreis 58 für große Späne gleichzeitig gesperrt ist.
2. Ein durch die Ablauffolge-Logik erzeugter Rückstellimpuls stellt dann den Inhalt des Sammelregisters zurück auf Null. Dies hat wiederum zur Folge, daß die Ausgabe des Digital-Analogumwandlers 56 auf der Anzeigevorrichtung einen Nullwert ablesen läßt.
3. Als nächstes wird dem Eingang 10 des Vorverstärkers ein Testimpuls mit einer bekannten Amplitude und Zeit aufgeprägt. Dann findet der oben für echte Signale beschriebene Meß- und Übertragungsvorgang statt, und die Ausgabe des Digital-Analog-Umwandlers wird im Cockpit beobachtet. Der abgelesene Wert ist ein Maß für die intakte Funktion des Testsystems, unabhängig von irgendeinem Signal, das von in dem System eingefangenen Teilchen herstammt. Dieser Wert muß innerhalb der vorher festgesetzten und bekannten Grenzen liegen, um als Anzeichen für den zufriedenstellenden Betrieb des Systems bzw. der Anlage zu gelten.
4. Bei der Rückflanke des Testbefehl-Signals wird das Testsignal unterbrochen, und die in dem Zwischenspeicher 64 gespeicherten Digitaldaten werden dann parallel in das Sammelregister 52 zurückgeladen. Die Sperre des Speicherkreises 58 für große Späne wird ebenfalls geöffnet, und der Ausgang des Digital-Analogumwandlers 56 nimmt den Wert ein, den er vor dem Testbefehl hatte. Somit ist das System für weitere Messungen und Speicherungen bereit, und zwar so lange, bis das nächste Testbefehl-Signal eingeht.

Daraus ist ersichtlich, daß hier erfindungsgemäß eine Überwachungsanlage für Abfallteilchen in Schmieröl geschaffen wurde, die den vorher genannten Aufgaben und Vorteilen voll gerecht wird.

ZEICHNUNGEN BLATT 2

Nummer: 29 33 822  
Int. Cl.<sup>4</sup>: G 01 N 27/74  
Veröffentlichungstag: 16. Oktober 1986

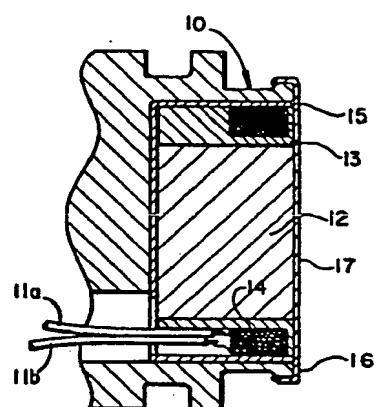


FIG. 2a

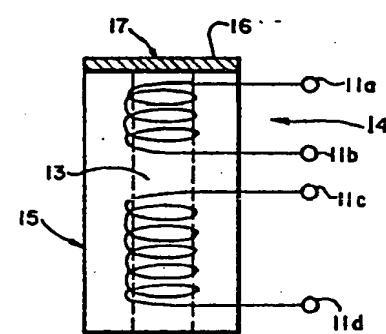


FIG. 2b

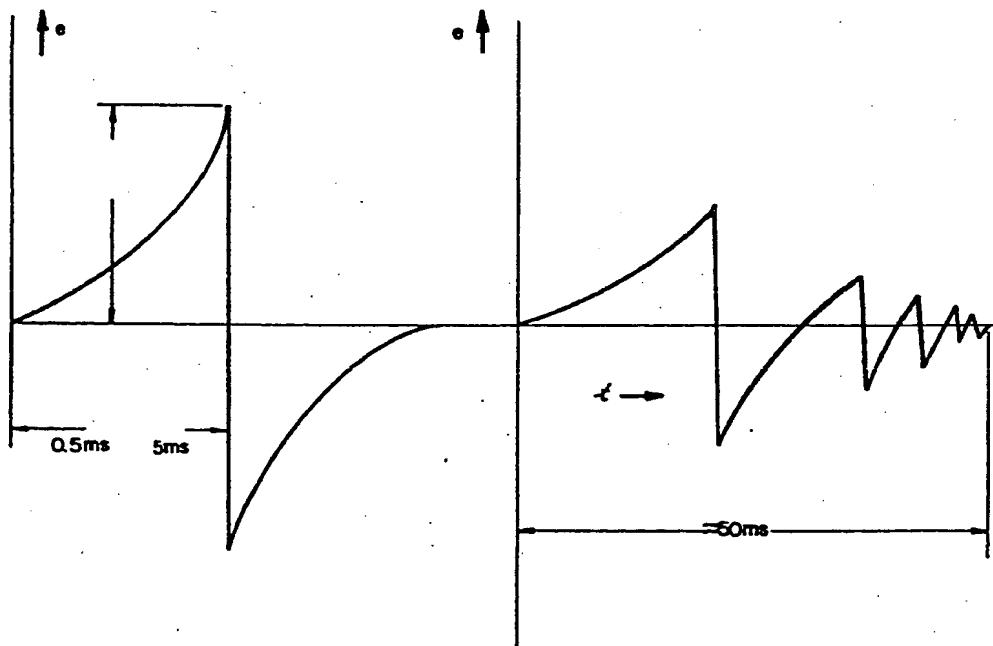


FIG. 3

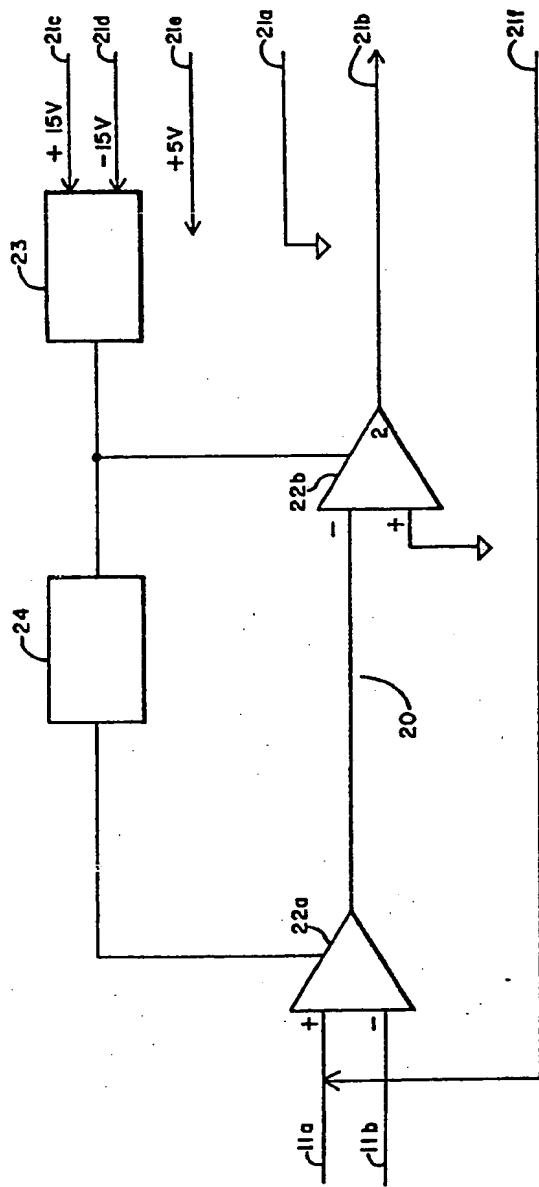
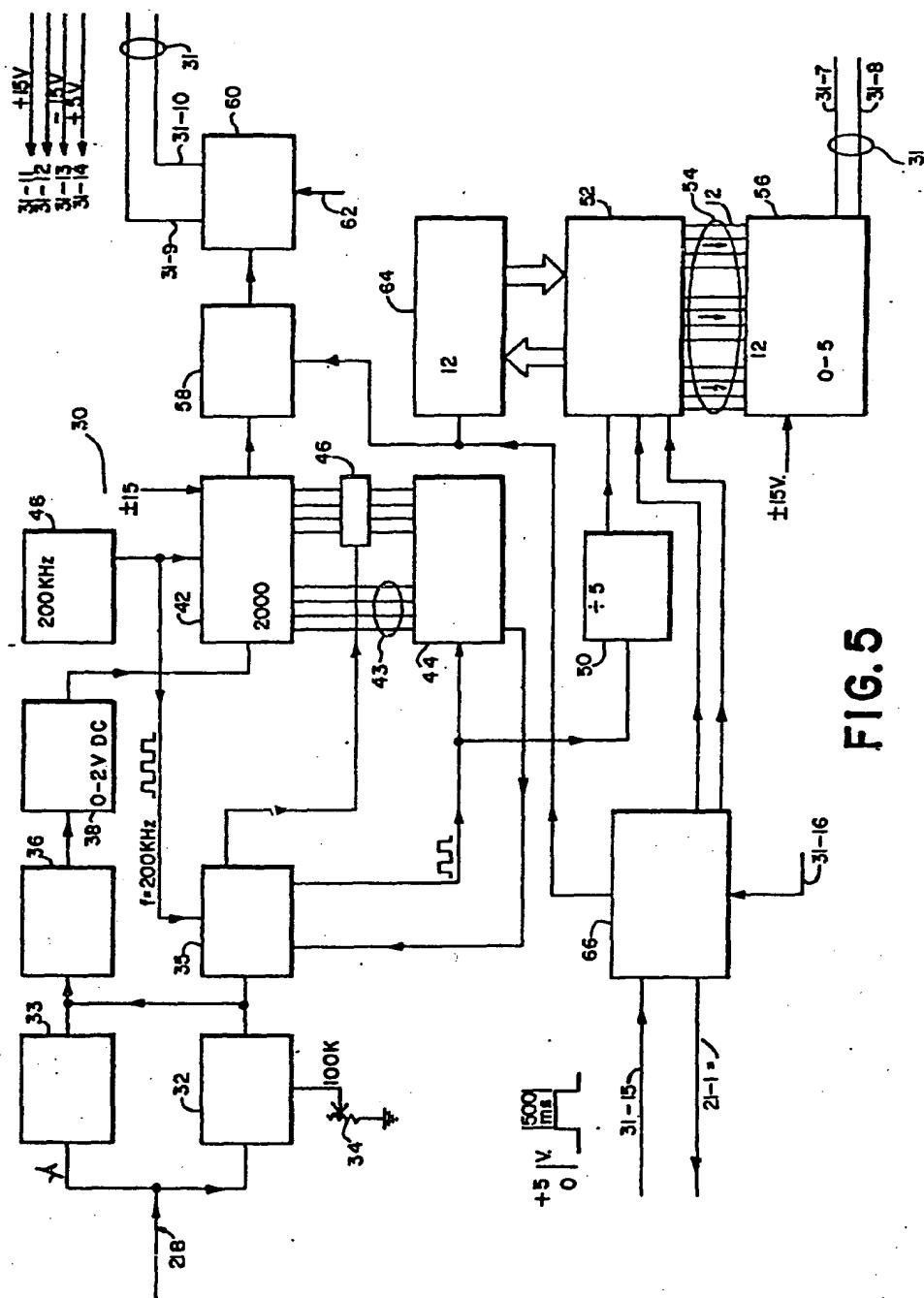


FIG. 4



5  
E

